COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 SEPTEMBRE 1878.

PRÉSIDENCE DE M. FIZEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Création d'un musée astronomique à l'Observatoire de Paris.* Note de M. E. MOUCHEZ.

« L'Académie apprendra sans doute avec quelque intérêt que M. le Ministre de l'Instruction publique vient de donner son approbation au projet que j'ai eu l'honneur de lui soumettre pour la création d'une collection d'objets et de tableaux relatifs à l'Astronomie et à l'histoire de l'Observatoire de Paris depuis l'époque de sa fondation. Cette collection aura de l'intérêt non-seulement pour les astronomes, mais aussi pour le public si nombreux qui afflue à l'Observatoire les jours de visite, et dont la légitime curiosité n'est pas toujours satisfaite par la vue des instruments, dont il est difficile de lui faire comprendre l'usage, malgré les patientes explications et la bonne volonté des astronomes de service.

» Ces objets pourront être placés dans les deux grandes salles circulaires du premier étage, aujourd'hui entièrement vides, et dont la stérile nudité des murs affecte désagréablement les visiteurs.

» Cette collection devra comprendre :

» 1° Les portraits des astronomes et des savants qui ont illustré, par leurs

travaux ou leurs découvertes, l'Observatoire de Paris, depuis l'époque de sa fondation;

» 2° Une collection des médailles relatives à l'histoire de l'Astronomie et de l'Observatoire, dont les coins existent à la Monnaie ou dans les familles, qui voudraient bien en laisser tirer des exemplaires.

» 3° Une collection de dessins, gravures, photographies, représentant les corps célestes ou les phénomènes astronomiques, tels qu'on les voit dans les plus puissants instruments et à diverses époques; beaucoup de ces documents, tels que la magnifique collection de dessins de la Lune, due à Jean-Dominique Cassini, sont presque oubliés dans nos archives, où ils restent ignorés et inaccessibles même pour beaucoup d'astronomes, pour lesquels ils auraient cependant la plus grande valeur.

» L'exposition des reproductions photographiques de ces dessins aurait certainement un réel intérêt;

» 4° Enfin une collection aussi complète et méthodique que possible des anciens instruments ayant servi aux recherches ou aux découvertes astronomiques ou de Physique du globe, avec indication succincte des savants qui les ont fait construire et des travaux auxquels ils ont servi. Il nous sera sans doute possible de la rendre plus intéressante encore à l'aide de petits modèles d'instruments anciens ou étrangers que nous ne possédons pas.

» Cette dernière collection a été, il est vrai, commencée dans la galerie du second étage; mais cette vaste salle, où l'on va rarement, a été quelquefois prêtée pour des expériences ou des travaux nécessitant la présence d'un personnel non surveillé : il en est résulté des avaries et des pertes très-regrettables qui ne se reproduiront pas quand ces instruments, souvent très-précieux par les découvertes qu'ils rappellent, seront abrités dans les vitrines d'un musée sans cesse surveillé, assurant leur parfaite conservation.

» La réunion de ces collections pourra se faire à très-peu de frais; la copie des portraits des astronomes exigera seule une dépense que le budget de l'Observatoire, à peine suffisant pour ses services ordinaires, ne pourra pas supporter. Mais nous pouvons espérer que l'Administration des Beaux-Arts, qui a toujours des fonds disponibles pour l'encouragement des artistes et l'exécution de tableaux destinés à décorer les édifices publics, ne pourra se refuser longtemps de faire reproduire pour notre grand Observatoire national le portrait des savants qui l'ont illustré.

» Cette galerie est du reste commencée, grâce à l'inépuisable générosité de M. Bishoffsheim pour tout ce qui touche aux sciences; nous aurons dans

quelques jours le portrait de Le Verrier, qui sera le dernier de la série, et nous en possédons déjà le premier, qui est celui de Louis XIV, fondateur de l'Observatoire. Ce dernier portrait, fait depuis dix ans sur la demande du maréchal Vaillant, pour l'Observatoire de Paris, était resté oublié dans les magasins des Beaux-Arts où je l'ai fait rechercher.

» J'ai quelque espoir que le généreux donateur du portrait de Le Verrier trouvera des imitateurs, sinon pour des portraits, au moins pour des objets intéressant l'histoire de l'Astronomie et des sciences qui s'y rapportent; car ces objets perdent, dans les collections privées, une grande partie de la valeur que leur donnerait leur réunion dans une collection spéciale, méthodiquement classée et entreprise avec toutes les ressources que possède l'Observatoire de Paris. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Faits expérimentaux montrant que les sécrétions sudorales abondantes ne sont pas en rapport nécessaire avec une suractivité de la circulation cutanée.* Note de M. A. VULPIAN.

« La clinique, de même d'ailleurs que l'observation de l'homme en état de santé, montre que les phénomènes sudoraux ne sont pas liés, par un rapport nécessaire, à des modifications particulières de la circulation capillaire cutanée. Des sueurs profuses peuvent se produire sans qu'il y ait congestion bien marquée de la peau : dans quelques cas même, une sécrétion sudorale abondante peut avoir lieu alors que la circulation cutanée est languissante et que la peau est ou pâle ou cyanosée. Les résultats de l'expérimentation sont absolument conformes à ces données.

» M. Ostrumoff a constaté que, si on lie l'aorte abdominale sur un chat anesthésié par le chloroforme, l'excitation du nerf sciatique ou du sympathique abdominal, à l'aide de courants d'induction, provoque une sécrétion de sueur sur les orteils du membre correspondant. M. Luchsinger a obtenu le même résultat, et d'une façon plus frappante encore, en injectant du chlorhydrate de pilocarpine dans la veine jugulaire de chats chloroformés sur lesquels l'aorte abdominale avait été préalablement liée.

D'autre part, M. Adamkiewicz dit avoir vu de la sueur apparaître sur les extrémités des quatre membres de jeunes chats, sous l'influence de l'excitation de la moelle allongée, trois quarts d'heure après la mort. Je ne cite cette dernière expérience que sous toutes réserves; je suis même convaincu qu'elle est sans valeur, car j'ai essayé, au moyen de la faradi-

sation énergique du bout périphérique d'un nerf sciatique, de déterminer, chez de jeunes chats, une sécrétion sudorale apparente sur les pulpes digitales du membre correspondant, quelques instants (deux à cinq minutes) après la mort, et je n'ai pas réussi à déterminer la production de la moindre moiteur sur ces pulpes, qu'on avait essuyées avec soin avant d'électriser le nerf. Or, la faradisation du bulbe rachidien, qui provoque, comme je m'en suis assuré, une sécrétion de sueur sur tous les membres ([1]), agit toutefois moins énergiquement sur les glandes sudoripares des pulpes digitales que la faradisation directe des nerfs mixtes qui innervent ces extrémités.

» Bien que les faits publiés par M. Ostrumoff et M. Luchsinger soient tout à fait décisifs, il n'est peut-être pas hors de propos d'en signaler deux autres qui parlent dans le même sens.

» 1° L'abondante sécrétion de sueur qui se manifeste sur les pulpes digitales d'un membre postérieur, sous l'influence de la faradisation du segment périphérique du nerf sciatique correspondant, lorsque ce nerf vient d'être coupé, coïncide avec un resserrement notable des vaisseaux de toute l'extrémité de ce membre, et, par conséquent, avec un amoindrissement considérable de l'irrigation sanguine de cette extrémité. L'expérience que j'ai citée dans une autre Communication, et dans laquelle on voit, sur un chat, l'hémorrhagie produite par une plaie des pulpes digitales diminuer et tendre à s'arrêter, pendant que l'on faradise le segment périphérique du nerf sciatique correspondant, met hors de doute cette coïncidence d'une exagération du travail sécrétoire des glandes sudoripares et d'une grande diminution de l'afflux de sang artériel dans les pulpes digitales d'un membre dont les nerfs sont soumis à la faradisation.

» 2° Au moment de la mort, lorsque le cœur est sur le point de s'arrêter et que ses mouvements sont déjà très-affaiblis, on voit, en général, sur les chats, la sueur sourdre des pulpes digitales. A ce moment, si ces pulpes sont dépourvues de pigment, on constate qu'elles sont devenues pâles, exsangues, avant même l'apparition des gouttelettes de sueur. Cette sécrétion sudorale a pour cause l'excitation passagère qui se produit d'ordinaire

---

([1]) L'électrisation du gyrus sigmoïde cérébral d'un côté ne produit, chez les chats curarisés et soumis à la respiration artificielle, qu'un faible effet sudoral : cependant, l'effet est incontestable le plus souvent. La sueur ainsi provoquée m'a paru égale, ou à peu près, sur les pulpes digitales des deux membres antérieurs (peut-être plus marquée sur celles du membre du côté correspondant) : elle est plus apparente sur les pulpes du membre postérieur du côté opposé que sur celles du membre du même côté.

dans les centres nerveux de la vie organique, ganglionnaires et myélencéphaliques, pendant que les centres nerveux de la vie animale subissent l'engourdissement de la mort. Il est facile de prouver qu'il s'agit bien d'une excitation émanée des centres nerveux et transmise aux fibres nerveuses excito-sudorales : en effet, si l'on coupe transversalement un des nerfs sciatiques, sur un chat, avant d'étudier le phénomène en question, la sueur se montre, au moment de la mort, sur tous les membres, à l'exception du membre postérieur, du côté où le nerf sciatique est sectionné. »

PHYSIQUE. — *Remarques sur le phonographe et le téléphone;* par M. **Bouillaud**.

« I. *Phonographe.* — L'expérience phonographique faite devant l'Académie, il y a déjà quelques mois, a été répétée, en ma présence, dans le cabinet de mon savant confrère, M. du Moncel. Quelques phrases, prononcées dans l'ouverture du phonographe, d'abord par un jeune homme qui faisait fonctionner la machine, ensuite par M. du Moncel, et enfin par moi, furent répétées, *tellement quellement,* et entendues de nous tous.

» 1° Était-ce le phonographe qui les répétait, après les avoir inscrites? Était-ce un autre moyen *répétiteur?* Si c'était bien le phonographe, était-ce par répétition des vibrations sonores qu'il aurait *enregistrées,* et qu'il aurait reproduites de lui-même, *proprio motu,* comme l'écho reproduit les vibrations des ondes sonores qu'il a recueillies? Dans cette dernière hypothèse, cet appareil n'aurait été qu'un écho *sui generis,* et n'aurait pas, par conséquent, constitué une véritable invention, puisque l'expérience à laquelle il servait n'était qu'une confirmation de celles déjà faites, en matière de cette partie de l'Acoustique qui concerne les divers modes de transmission et de *répercussion* ou de *réflexion* des sons. Ce rapprochement de la répétition des paroles par la *voix* phonographique avec celle de leur répétition par la *voix* de l'écho, tel qu'on l'a connu jusqu'ici, tourmentait en quelque sorte mon esprit. Mais je ne pouvais me dissimuler que la répétition *dite* phonographique n'avait pas lieu immédiatement après la prononciation des paroles, comme il arrive dans le cas de leur répétition par un écho très-voisin de l'oreille de la personne qui les a prononcées. Je ne pouvais me dissimuler non plus que la répétition d'origine phonographique pouvait se reproduire, selon les phonographistes, un plus ou moins grand nombre de fois, à des intervalles divers, sans avoir besoin d'une prononciation nouvelle de la part de

la personne qui les avait déjà prononcées, tandis que la répétition des paroles par le moyen de l'écho ne peut se reproduire qu'à la condition, pour celles-ci, d'être prononcées de nouveau. De plus, il me fallait bien reconnaître que, sous le rapport de la force, du ton, de la vitesse et du timbre, les paroles d'origine dite *phonographique* différaient notablement de celles qui avaient été prononcées, tandis que c'est le contraire pour les paroles répétées par l'écho.

» 2° Était-ce par une sorte d'imitation *artistique* que les paroles attribuées au phonographe étaient reproduites? Quelques-uns s'étonneront, sans doute, de cette seconde hypothèse. Ce n'est pas, cependant, sans aucune ombre de raison qu'il m'est arrivé de la concevoir. Je ne prétends pas, toutefois, lui donner plus d'importance qu'elle ne mérite, ni l'émettre sans toutes les réserves requises.

» En attendant mieux, il ne m'est encore permis que de m'en tenir au doute vraiment philosophique. Ce n'est pas que, à l'exemple de Montaigne, je professe que le doute est le plus doux oreiller sur lequel puisse reposer une tête bien faite. Il me semble, au contraire, que la certitude, quand rien ne lui manque, est un oreiller plus doux encore. Mais, me demandera-t-on, quel est donc ce mieux que j'attends? Je vais le dire. J'attends que M. du Moncel, *opérant lui-même,* soit chez lui, soit ici, en présence d'une Commission élue par l'Académie, répète, un nombre suffisant de fois, et avec toutes les précautions et conditions voulues par la saine méthode scientifique, les expériences sur lesquelles s'appuie la théorie qu'il enseigne relativement au mécanisme du phonographe. Jusque-là, je ne saurais, malgré toute la sympathie que j'éprouve pour sa personne et l'intérêt que je prends à ses savantes recherches, je ne saurais, dis-je, partager sa foi phonographique.

» Par une sorte d'*argumentum ad hominem,* M. du Moncel dit que la phrase prononcée par moi est précisément celle que le phonographe a repétée le mieux; et, ce qui m'a beaucoup flatté, il a eu la politesse de donner pour raison de cela que je l'avais fort bien prononcée. Il faut, en vérité, que mon caractère et mon esprit soient bien mal faits, pour ne pas m'avouer converti par une logique aussi éloquente. Que M. du Moncel veuille bien me pardonner une incrédulité qui, pour être vaincue, attend uniquement, comme je viens de le déclarer, l'heureux moment où, fonctionnant sous sa direction personnelle, toutes les conditions requises observées, en présence de la Commission demandée, il fera répéter au phonographe la phrase enregistrée par lui, telle que je l'ai prononcée, ce qu'il

a déjà fait plus d'une fois, dit-il, en présence de certaines personnes. Alors, moi aussi, comme un autre Thomas, ou comme la femme de Polyeucte, voire même comme Orgon, je m'écrierai : *j'ai entendu*, *j'ai touché*, j'ai vu, vu, dis-je, ce qui s'appelle vu, et je rendrai hautement des actions de grâce à mon victorieux confrère. Je viendrai proclamer ma défaite, au sein de cette Académie, et je n'en rougirai point; car s'il y a quelque chose de plus beau peut-être que de découvrir la vérité, c'est de reconnaître son erreur ([1]).

» II. *Téléphone.* — La condition nouvelle par laquelle cet instrument se distingue de ceux déjà connus, au moyen desquels les sons se propagent à des distances plus ou moins éloignées, c'est qu'une machine électrique en fait partie comme moyen de renforcement.

» M. du Moncel assure avoir reconnu, par ses expériences personnelles, l'influence de ce nouveau pouvoir électromagnétique, comme moyen de propagation ou de transmission des sons. Il a répété devant moi l'expérience déjà pratiquée devant l'Académie, pour prouver cette nouvelle propriété de l'électromagnétisme. Il y a, pour moi, dans cette expérience, je ne sais quelle *illusion d'acoustique*, dont un examen plus approfondi de l'appareil au moyen duquel on l'exécute permettra, je l'espère, de se dégager.

» Quant à l'expérience particulière, au moyen de laquelle M. du Moncel m'a fait entendre le bruit d'une montre placée dans une pièce de son appartement, distante d'un certain nombre de *mètres*, d'une autre pièce où nous étions, je ne crois pas me tromper en disant que j'aurais également entendu ce bruit, si le cornet dont je me servais pour l'écouter eût communiqué avec la montre, au moyen d'un appareil acoustique ordinaire, suffisamment multiplicateur du son et convenablement disposé.

» J'ai observé, en effet, un bon nombre de faits à l'appui de cette assertion. Je n'ai pas eu le temps, depuis que j'ai été témoin de l'expérience de M. du Moncel, de faire construire un appareil spécial, pour démontrer que le bruit d'une montre peut s'entendre à plusieurs mètres de distance, quand il est transmis par un moyen conducteur suffisamment puissant.

([1]) Dans deux cas où j'ai été témoin de la répétition de paroles prononcées dans l'ouverture du phonographe, je m'aperçus de faibles mouvements des lèvres des personnes par lesquelles ces paroles avaient été prononcées. J'en fis l'observation, et je tins compte de cette donnée dans mes recherches sur la question de la phonographie. J'ai acquis expérimentalement la conviction qu'on peut, sans ouvrir et remuer notablement la bouche, prononcer certains mots, certains discours mêmes, mais qui passent alors uniquement par les fosses nasales, et avec un caractère tout particulier.

Toutefois, en attendant, j'ai fait les deux expériences suivantes, bien grossières il est vrai, mais qui se trouvaient en quelque sorte sous ma main :

» 1° J'ai placé ma montre à la base d'une colonne creuse, en porcelaine. Debout devant cette colonne, et l'oreille nue appliquée sur elle, à une distance d'environ 2 mètres, j'ai parfaitement entendu le tic tac de la montre, et j'aurais pu l'entendre à une distance plus grande si j'avais pu appliquer mon oreille plus haut.

» 2° J'ai posé ma montre sur le parquet en bois de mon antichambre, puis, à une distance de 2 à 3 mètres, j'ai appliqué mon oreille nue sur ce même parquet, et j'ai aussi parfaitement entendu le tic tac de cette montre.

» Une seconde expérience téléphonique, dont M. du Moncel a bien voulu m'offrir le très-amusant et joli spectacle, c'est celle de l'instrument qu'il appelle le *condensateur chantant*. Elle consiste en ce que les chants d'une personne, recueillis par le téléphone, sont transmis par un appareil conducteur à ce condensateur, formé de feuilles de papier et de lames métalliques. Celui-ci les propage dans la salle où il est placé. Les chants ainsi formés, transmis, condensés, propagés, peuvent, comme le tic tac de la montre, dont il a été question plus haut, cesser de se faire entendre, si l'on interrompt le circuit électrique, nécessaire, selon M. du Moncel, au jeu du téléphone.

» Les chants communiqués au condensateur sont purement vocaux. Les paroles chantées, m'a-t-il été dit, ce qui, je l'avoue, m'a surpris un peu, ne seraient pas transmises, condensées et propagées dans la salle. Quant à ces chants vocaux, ils offrent un timbre *particulier* qui ne peut guère se décrire, mais qui mérite d'être signalé.

» Ce que j'ai dit de l'influence de l'appareil électrique du téléphone, à l'occasion de l'expérience relative au tic tac d'une montre, est applicable à celle dont il est actuellement question. Il ne m'a pas été suffisamment démontré, jusqu'ici, que cet appareil électrique jouât un rôle aussi important que celui dont on le considère comme essentiellement chargé.

» L'argument que l'on fait valoir en sa faveur, c'est que l'on peut à volonté supprimer le chant en interrompant le circuit électrique et le reproduire en rétablissant le circuit. Ce raisonnement serait sans doute irréfutable, s'il était clairement démontré que nulle autre condition n'est intervenue pour déterminer le phénomène; mais j'avoue franchement ne pas en avoir la certitude. Jusqu'à plus ample informé, je me contenterai donc de dire que, par l'unique emploi d'un conducteur acoustique ordi-

naire, suffisamment énergique, on produirait les phénomènes, très-curieux, je le répète, de l'expérience dont je viens de rendre un compte succinct. »

M. **Milne-Edwards** prend la parole pour dire que tous les physiologistes de l'Académie ne partagent pas les opinions de son savant confrère, M. Bouillaud, au sujet de l'impossibilité de produire, sans le concours d'un larynx, de lèvres, etc., des sons articulés analogues à ceux de la parole humaine. Il rappelle les expériences anciennes de Kempelen, de R. Willis et de Wheatstone, et il renvoie, pour l'expression plus complète de son opinion à ce sujet, au XIIe volume de son ouvrage sur la Physiologie et l'Anatomie comparée (p. 548 et suiv.). Quant à la partie de la discussion qui est relative aux lois de l'Acoustique, M. Milne-Edwards ne croit pas nécessaire d'y intervenir.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Détermination du nombre exact des covariants irréductibles du système cubo-biquadratique binaire.* Note de M. **Sylvester**.

« Le seul type donné par M. Gundelfinger qui reste à discuter est le covariant linéaire des degrés 4 et 5 dans les coefficients de la biquadratique et la cubique respectivement. Un type quelconque étant représenté par $\alpha.\beta.\gamma$ quand ce type est monadelphique, je me servirai de $\alpha.\beta.\gamma$ indifféremment pour signifier le type et la forme qui y appartient et de $[\alpha.\beta.\gamma]$ pour signifier le coefficient de la plus haute puissance de x dans cette forme. On trouvera que le type 4.5.1 qui est à discuter peut être produit de douze manières diverses, par la combinaison entre eux des types inférieurs déjà reconnus comme appartenant à des formes irréductibles, et j'écrirai les douze produits correspondants sous la forme

$$Z_1 = (3.0.6, 0.2.6)^6 (1.0.4, 0.3.3)^3, \quad X = (3.0.0)(1.0.4, 0.5.5)^4,$$
$$Z_2 = (3.0.6, 0.2.6)^6 (1.0.4, 0.3.5)^4, \quad Y_2 = (2.0.0)(2.0.8, 0.5.9)^8,$$
$$U_1 = (1.1.1)(3.0.0)(0.4.0), \quad Y_1 = (2.0.0)(2.0.4, 0.5.5)^4,$$
$$U_2 = (1.1.1)(3.0.6, 0.4.6)^6, \quad J_1 = (2.1.1)(2.0.4, 0.4.4)^4,$$
$$U_3 = (1.1.1)(3.0.8, 0.4.8)^8, \quad J_2 = (2.1.1)(2.0.0)(0.4.0),$$
$$U_4 = (1.1.1)(3.0.12, 0.4.12)^{12}, \quad J_3 = (2.1.1)(2.0.8, 0.4.8)^8,$$

» Écrivons

$$0.1.3 = (1, 0, 0, 1)(x, y)^3, \quad 1.0.4 = (a, b, c, d, e)(x, y)^4,$$

on aura

$$2.0.4 = (A, B, C, D, E)(x, y)^4,$$

où

$$A = ac - b^2,\quad B = \frac{ad - bc}{2},\quad C = \frac{ae + 2b - 3c^2}{6},\quad D = \frac{be - cd}{2},\quad E = ce - d^2,$$

$$3.0.6 = (L, M, N, P, Q, R, S)(x, y)^6,$$

où

$$L = a^2d - 3abc + 2b^3,\quad 2P = b^2e - d^2a,\quad S = -e^2b + 3edc - 2d^3,$$
$$[1.1.1] = [(1.0.4, 0.1.3)^3] = a - d,\quad [2.1.1] = [(2.0.4, 0.1.3)^3] = A - D,$$
$$0.2.2 = xy,\quad 0.3.3 = x^3 - y^3,\quad 0.5.5 = x^4y - xy^4,\quad 0.3.5 = x^4y + xy^4.$$

Donc

$$[(2.0.4, 0.5.5)^4] = A + 4D,\quad [(1.0.4, 0.5.5)^4] = a + 4d,$$
$$0.2.6 = x^6 + 2x^3y^3 + y^6,$$

donc

$$[(3.0.6, 0.2.6)^6] = L - 2P + S,$$
$$0.4.6 = x^6 - y^6,$$

donc

$$[(3.0.6, 0.4.6)^6] = L - S.$$

» Faisons

$$a = 1,\quad c = b^2,\quad e = bd;$$

alors $A = 0$, $D = 0$.

» Donc

$$Y_1 = 0,\quad J_1 = 0,\quad J_2 = 0,\quad J_3 = 0.$$

» Je vais démontrer que nulle liaison linéaire ne subsistera entre les coefficients de la plus haute puissance de x dans les huit covariants X, Y_2, Z_1, Z_2, U_1, U_2, U_3, U_4. 3.0.12 représente $(1.0.4)^3$, et 0.4.12 représente $(0.1.3)^4$; donc U_4 contiendra a^4, c'est-à-dire 1, et, comme on va voir, sera la seule des huit formes nommées qui le contient; donc la liaison, si elle existe, ne peut pas contenir U_4.

$$2.0.0 = ae - 4bd + 3c^2 = 3(b^4 - bd),$$
$$0.5.9 = (0.1.3)^2(0.3.3) = (x^3 + y^3)^2(x^3 - y^3) = x^9 + x^6y^3 - x^3y^6 - y^9,$$
$$2.0.8 = (1.0.4)^2 = e^2y^8 + \ldots.$$

» Donc $[(2.0.8, 0.5.9)^8]$ contiendra le terme e^2, et Y^2, par conséquent, le terme b^4c^2 ou b^6d^2.

$$[(1.0.4, 0.3.3)]^3 = a + d,\quad [(1.0.4, 0.3.5)^4] = a - 4d;$$

ainsi on peut remplacer (Z_1), (Z_2) par les combinaisons linéaires T_1, T_2, où

$$T_1 = L - 2P + S,\quad T_2 = d(L - 2P + S),$$

et

$$L = d - b^3,\ 2P = b^3 d - d^2,\ S = 2b^3 d^2 - 2d^3,$$
$$(X) = (1 + 4d)\Delta,\quad (U_1) = (1 - d)\Delta,$$

ou

$$\Delta = \begin{vmatrix} a & b & c \\ b & c & d \\ c & d & e \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & b & b^2 \\ b & b^2 & d \\ b^2 & d & bd \end{vmatrix},$$

de sorte qu'on peut substituer, au lieu de (X) et (U_1), Δ et $d\Delta$,

$$(U_2) = (1 - d)(L - S),$$
$$3.0.8 = (a, b, c, d, e)(x, y)^4 . (A, B, C, D, E)(x, y)^4,$$
$$0.4.8 = xy\,(x^3 + y^3)^2 = x^7 y + 2\,x^4 y^4 + xy^7.$$

» Donc $(U_3) = (1 - d)\Lambda$, où Λ est une fonction linéaire de aB, bA, cb, dB, bD, aE, eA, dE, eD, c'est-à-dire, puisque $A = 0$, $D = 0$, Λ est une fonction linéaire de $d - b^3$; $b^3 d + 2b^3 - 3b^4$; $d^2 - b^3 d$; $b^3 d - d^2$; $b^3 d^2 - d^3$.

» On voit que $b^6 d^2$ n'entre comme terme dans aucune des quantités T_1, dT_1, Δ, $d\Delta$, $(1 - d)(L - S)$, $(1 - d)\Lambda$; donc la liaison dont on discute l'existence ne peut pas contenir (Y_2).

» Quant aux six quantités qui restent, Δ seul contient b^6, $d\Delta$ seul db^6, et Λ seul b^4; donc la liaison, si elle existe, doit avoir lieu entre T_1, dT_1, $(1 - d)(L - S)$, et conséquemment entre les trois quantités $L - 2P + S$, $(1 - d)(L - P)$, $(1 - d)(S - P)$, dont la dernière seule contient d^4 et les deux premières, c'est-à-dire

$$(1 - d)[d + 2d^2 - (1 - d)b^3],\quad \tfrac{1}{2}(1 - d)[2d + d^2 - (2 + d)b^3],$$

ne sont pas l'une un multiple de l'autre. Donc il n'y a nulle liaison linéaire entre des coefficients du même rang des douze covariants qu'on considère pour le cas où 1.0.4 et 0.1.3 sont de la forme

$$(1, b, b^2, d, bd)(x, y)^4,\quad (1, 0, 0, 1)(x, y)^3$$

respectivement, et conséquemment, dans le cas général, une telle liaison, si elle existe, ne peut avoir lieu qu'entre les quatre dont les coefficients en question s'évanouissent pour le cas spécial, c'est-à-dire entre Y_1, J_1, J_2, J_3, mais cela est inadmissible ; car, sur cette supposition, on aurait

$$\lambda(2.0.0)(2.5.1) + \mu(2.1.1)(2.4.1) = 0,$$

où les quatre facteurs sont irréductibles. Il y a donc douze covariants réductibles, mais linéairement indépendants, du type 4.5.1.

» Or le nombre total des covariants de ce type linéairement indépendants est S — S′, ou

$$\sum_{q=0}^{q=w}(q:4,4)(w-q:3,5) \text{ et } w=\frac{4.4+3.5-1}{2}=15,$$

et S′ est ce que S devient quand on substitue $w-1$ (c'est-à-dire 14) à w. Or, en donnant à q les valeurs successives de 0 jusqu'à 15, $q:4,4$ prend les valeurs

$$1,\ 1,\ 2,\ 3,\ 5,\ 5,\ 7,\ 7,\ 8,\ 7,\ 7,\ 5,\ 5,\ 3,\ 2,\ 1$$

et $q:3,5$

$$1,\ 1,\ 2,\ 3,\ 4,\ 5,\ 6,\ 6,\ 6,\ 6,\ 5,\ 4,\ 3,\ 2,\ 1,\ 1.$$

On a donc

$$\begin{aligned} S &= 1+\ 1+\ 4+\ 9+20+25+42 \\ &\quad +42+48+42+35+20+15+\ 6+2+1, \\ S' &= 1+\ 2+\ 6+12+25+30 \\ &\quad +42+42+48+35+28+15+10+3+2 \end{aligned}$$

et

$$S-S'=1+2+3+8+12+6-6-8-4-1-1=12,$$

c'est-à-dire le nombre total des covariants linéairement indépendants du type 4.5.1 est entièrement épuisé par les covariants réductibles et linéairement indépendants de ce type. Donc il n'y a nul covariant irréductible du type 4.5.1, et conséquemment le montant des *grundformen* pour le système cubo-biquadratique binaire est 61, comme j'ai trouvé, et non pas 64 comme M. Gundelfinger avait pensé.

» Je conclus par l'observation importante que ma méthode serait parfaitement démontrée *à priori* si l'on pouvait démontrer le théorème suivant :

» Soit σ le nombre total de formes linéairement indépendantes d'un type donné appartenant à un système donné de quantics, c'est-à-dire $\sigma = S-S'$ pour les formes binaires obtenues par composition des formes irréductibles de types inférieurs, et σ' le nombre de formes du même type; alors, si σ n'est pas plus petit que σ', le nombre des formes irréductibles du type sera $\sigma-\sigma'$ et dans le cas contraire zéro : c'est-à-dire que, dans le premier cas, il n'existera nulle liaison linéaire entre les formes composées et, dans le

cas contraire, seulement $\sigma' - \sigma$ telles liaisons. Ce principe, indubitablement vrai pour les quantics binaires, s'étend probablement à des quantics en général et, puisque j'ai donné la règle universelle pour trouver le nombre total des formes linéairement indépendantes d'un type donné, il s'ensuit que, si l'on possède la connaissance d'une assemblée de formes ou plus simplement la connaissance des types numériquement exprimés qui figurent dans une assemblée, parmi lesquels se trouvent toutes les formes irréductibles, on a le moyen de trouver par un calcul purement arithmétique quels sont les types qui correspondent à des formes irréductibles et combien il y en a pour chaque type.

» On aurait donc la solution arithmétique et sans tâtonnement du problème qui vient à la fin de la méthode de M. Gordan, dont la difficulté a créé tant d'embarras dans l'application de cette méthode et produit des erreurs tellement graves dans les résultats obtenus et jusqu'à ce jour acceptés comme vrais. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Utilisation industrielle de la chaleur solaire.* Note de M. A. MOUCHOT. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie les résultats de mes essais d'applications industrielles de la chaleur solaire durant l'Exposition universelle de 1878. Ces essais ont eu pour but, les uns la cuisson des aliments et la distillation des alcools; les autres, l'emploi de la chaleur solaire comme force motrice.

» Les petits appareils de cuisson n'ont pas cessé de fonctionner pendant les jours de soleil. Des miroirs de moins de $\frac{1}{6}$ de mètre carré, construits avec toute la régularité désirable, ont suffi pour rôtir $\frac{1}{2}$ kilogramme de bœuf, en vingt-deux minutes; pour confectionner, en une heure et demie, des étuvées qui nécessitent quatre heures avec un feu de bois ordinaire; pour porter, en une demi-heure, $\frac{3}{4}$ de litre d'eau froide à l'ébullition, ce qui correspond à l'utilisation de $9^{\text{cal}},5$ par minute et par mètre carré, résultat remarquable à la latitude de Paris.

» Les alambics solaires ont également fourni d'excellents résultats.

Munis de miroirs de moins de $\frac{1}{2}$ mètre carré, ils portaient 3 litres de vin à l'ébullition en une demi-heure, et donnaient une eau-de-vie fine, franche de tout mauvais goût. Cette eau-de-vie, soumise une seconde fois à la distillation dans le même appareil, prenait toutes les qualités d'une bonne liqueur de table.

» Mon but principal était de construire, pour l'Exposition universelle de 1878, le plus grand miroir du monde, et d'en étudier les effets au soleil de Paris, en attendant l'occasion de l'expérimenter sous un ciel plus propice. Parfaitement secondé dans ma tâche par un jeune et habile ingénieur, M. Abel Pifre, j'ai pu, malgré les accidents inséparables d'une construction nouvelle de cette importance, installer définitivement, le 1er septembre, un récepteur solaire dont le miroir présente une ouverture d'environ 20 mètres carrés. Il porte à son foyer une chaudière de fer, pesant, avec ses accessoires, 200 kilogrammes, haute de 2^{m},50 et dont la capacité est de 100 litres, savoir 30 pour la chambre de vapeur et 70 pour le liquide à vaporiser. Un mécanisme spécial permet d'orienter immédiatement l'appareil pour chaque latitude, puis de le faire tourner de l'orient à l'occident, afin de le diriger constamment vers le soleil. Un enfant suffit pour cette dernière tâche, le miroir étant équilibré par un contre-poids.

» Le récepteur solaire du Trocadéro a fonctionné le 2 septembre, pour la première fois. Il a porté, en une demi-heure, 70 litres d'eau à l'ébullition; le manometre, malgré quelques fuites de vapeur, a fini par accuser près de 6 atmosphères de pression.

» Le 12 septembre, malgré le passage de quelques nuages sur le soleil, la chaudière montait plus rapidement en pression; la vapeur permettait d'alimenter la chaudière à l'aide d'un injecteur, sans affaiblir notablement la pression.

» Enfin, le 22 septembre, par un soleil continu, quoique légèrement voilé, j'ai pu pousser la pression dans la chaudière jusqu'à 6^{atm},2, et j'eusse certainement atteint une pression plus considérable si le soleil ne se fût complétement couvert. Ce même jour, j'ai pu faire marcher, sous une pression constante de 3 atmosphères, une pompe Tangye élevant de 1500 à 1800 litres d'eau par heure à la hauteur de 2 mètres.

» Hier, 29 septembre, le soleil s'étant dégagé des nuages vers 11^{h}30^{m}, j'avais 75 litres d'eau en ébullition à midi; la tension de la vapeur s'est élevée graduellement de 1 à 7 atmosphères, limite du manomètre, dans l'intervalle de deux heures, malgré l'interposition de quelques vapeurs passagères. J'ai pu recommencer l'expérience du 22 septembre, puis diriger

la vapeur dans un appareil Carré, ce qui m'a permis d'obtenir un bloc de glace... »

M. J. Canestrelli adresse, par l'entremise de M. Th. du Moncel, une Note relative à diverses expériences concernant la téléphonie [1].

L'auteur signale, en particulier : 1° l'emploi d'un téléphone sans diaphragme, combiné avec un microphone; 2° un téléphone récepteur sans aimant; 3° les vibrations d'un aimant ou d'une barre de fer doux sous l'influence de courants interrompus, mises en évidence par le microphone.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Vivarès adresse une Note concernant un projet d'appareil, auquel il donne le nom de « Vocescribe », et qui serait destiné à fixer, en caractères ordinaires et automatiquement, les mots émis par la voix.

(Renvoi à la même Commission.)

M. L. Durey adresse une Note concernant la possibilité d'une combinaison du téléphone et du phonographe.

(Renvoi à la même Commission.)

M. A. Groslard adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. J. Balmy adresse une nouvelle Note concernant le remède préventif qu'il a indiqué, contre la maladie des pommes de terre.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. E.-H. Deinger adresse la description d'une machine destinée à l'utilisation de l'acide carbonique solide, comme force motrice.

(Renvoi à l'examen de M. Tresca.)

M. A. Pinel adresse un Mémoire concernant la « Pressinervoscopie, ou

---

[1] Ces expériences ont été effectuées à Rome, au laboratoire de Physique de l'Université.

diagnostic des maladies de poitrine par la compression des pneumogastriques et du grand sympathique ».

(Renvoi au Concours de Médecine et de Chirurgie, pour 1879.)

M. **Ch. Antoine** adresse un complément à son précédent Mémoire sur les lames de haute mer.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **A. Brachet** adresse une nouvelle Note relative aux conditions de fabrication des violons.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. **C. Bellangé** adresse un certain nombre de documents relatifs à la fabrication des violons Stradivarius.

(Renvoi à la Section de Physique.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *A. Genocchi*, imprimée en italien, et relative aux « fonctions interpolaires »;

2° Le tome II de l'ouvrage de M. *Dubrunfaut*, intitulé : « Le sucre dans ses rapports avec la science, l'agriculture, l'industrie, etc. »

ASTRONOMIE. — *Découverte d'une petite planète à l'Observatoire d'Ann-Arbor*, par M. **Watson**, présentée par M. Mouchez.

« Nous avons reçu la dépêche suivante, de la Smithsonian-Institution : « Planète nouvelle par Watson, Ann-Arbor, le 23 septembre 1878, » Æ $= 23^h 14^m$, ⅅ $= -8°1'$. Mouvement lent vers le sud; grandeur, 11e. »

» MM. Henry ont observé cette planète à l'Observatoire de Paris, le samedi 28 septembre. Ils ont trouvé la position suivante :

1878.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	log(par. × Δ).	Distance polaire.	log(par. × Δ).	Étoile de compar.
Sept. 28	$11^h 41^m 27^s$	$23^h 9^m 22^s,74$	$+(\bar{1},023)$	$98° 11' 14'',5$	$-(0,872)$	192 W. H. 23

Position moyenne de l'étoile de comparaison.

Nom de l'étoile.	Ascension droite.	Réduction au jour.	Distance polaire.	Réduction au jour.
192 Weisse H. 23...	$23^h 11^m 28^s,30$	$+4^s,36$	$98° 12' 32'',8$	$-25'',3$

ASTRONOMIE. — *Sur les planètes intra-mercurielles.* Note de M. Gaillot, présentée par M. Mouchez.

« Connaissant la position exacte observée par M. Watson, savoir :

Temps moyen de Paris, 1878 juillet 29, $10^h 34^m$, $Æ = 8^h 27^m 24^s$, $Ꝺ = +18° 16'$,

nous avons pu compléter la recherche que nous avons commencée dans le but de savoir s'il est possible d'assimiler l'astre observé à l'un ou l'autre de ceux qui se mouvraient sur l'une des quatre orbites hypothétiques indiquées par Le Verrier, et dont nous avons précédemment donné les éléments (voir le *Compte rendu* de la séance du 5 août).

» Nous avons dû définitivement rejeter les orbites (II), (III) et (IV). Une erreur de signe, qu'explique la rapidité avec laquelle avait dû être fait notre premier travail, avait altéré surtout les résultats correspondant à la conjonction supérieure, et nous avait fait croire à une approximation qui rendait possible l'orbite (III). Vérification faite, l'écart est de 50 degrés. Il nous reste donc à considérer seulement l'orbite (I).

» Nous avons revu tous les calculs relatifs à la détermination de cette orbite, et, après un examen attentif, nous avons dû rejeter définitivement l'observation Lummis (1862, mars 19) qui ne paraît nullement compatible avec l'observation Lescarbault, non-seulement à cause des écarts entre les résidus des équations de condition, mais parce que, ainsi que M. Hind l'a montré, ces deux observations donnent une différence de 180 degrés pour la longitude des nœuds. Le Verrier avait déjà rejeté l'observation Sidebotham (1849, octobre 2). Il nous restait donc quatre observations pour déterminer la longitude moyenne de l'époque, le moyen mouvement, l'excentricité et la longitude du périhélie. Des deux autres éléments, l'un, la longitude du nœud, était indiqué approximativement par la position du

Soleil au moment des passages observés ; l'autre, l'inclinaison, restait tout à fait indéterminé.

» Nous avons obtenu ainsi l'orbite d'une planète qui, au 29 juillet 1878, serait passée assez près de la position observée par M. Watson. Nous nous sommes cru autorisé à faire entrer son observation dans le système des équations qui devaient nous donner les éléments auxquels nous voulions nous arrêter définitivement.

» Nous avons trouvé ainsi, le temps étant compté à partir de midi moyen du 1er janvier 1850 :

Longitude moyenne de l'époque	165°, 89
Moyen mouvement diurne	+ 14°, 845630
Excentricité	0,2538
Longitude du périhélie	155°, 3

» La comparaison des positions calculées aux positions observées a donné les résultats suivants :

		Longitude héliocentrique. Calcul-observation.
		°
Fritsch,	1802, oct. 10,0	0,0
Stark,	1819, oct. 9,0	+2,4
De Cuppis,	1839, oct. 2,0	−2,4
Lescarbault,	1859, mars 26,22	0,0
Watson,	1878, juill. 29,44	0,0

» Le désaccord que présentent les observations Fritsch et Stark n'a rien qui doive surprendre ; les résidus correspondent à environ 3 heures de différence dans le temps de l'observation : or nous ne pouvons répondre de l'heure de midi que nous avons choisie arbitrairement, à défaut de renseignements précis.

» La moyenne des longitudes où les passages ont été observés donne environ 12 degrés pour le nœud correspondant au passage d'octobre. Adoptant cette valeur pour la longitude du nœud ascendant, on conclut de l'observation Watson 4°4′ pour la valeur de l'inclinaison.

» A l'hypothèse que nous avons faite on peut opposer deux graves objections :

» 1° La partie éclairée de l'hémisphère visible, au moment de l'observation Watson, eût été très-faible si l'astre observé eût occupé la position qui résulterait de nos éléments ;

» 2° L'inclinaison de l'orbite est telle que la planète devrait passer

chaque année, en avril et en octobre, entre la Terre et le disque solaire, et il serait bien extraordinaire qu'on n'en eût pas fait de beaucoup plus nombreuses observations.

» L'orbite II, déterminée par Le Verrier, peut également, au point de vue du mouvement héliocentrique, représenter le second astre observé par M. Watson (Æ = $8^h 8^m 38^s$, $\mathfrak{D} = +18^\circ 3'$), en admettant toutefois que la longitude du nœud ascendant diffère peu de 180 degrés, ce qui s'accorderait avec l'observation Lummis, mais exclurait l'observation Lescarbault, laquelle donne à peu près 0° pour cette longitude.

» Les observations Fritsch, Stark, de Cuppis, Lummis, Watson (2e astre) nous ont donné les éléments suivants, rapportés au midi moyen du 1er janvier 1850 :

Longitude moyenne de l'époque	336°, 37
Moyen mouvement diurne	12°, 873.945
Longitude du périhélie	28°, 5
Excentricité	0,2447

On en déduit :

Demi-grand axe	0,1803
Durée de la révolution	27j, 98

» La situation de l'astre au moment des passages sur le disque solaire, donne une valeur approchée de la longitude des nœuds, et l'observation Watson permet d'en déduire l'inclinaison correspondante. Nous adopterons, comme valeur approchée seulement :

Longitude du nœud ascendant	185°
Inclinaison	17°

» La comparaison des longitudes héliocentriques calculées aux longitudes observées donne les résultats suivants :

				Calcul-observation.
				°
Fritsch,	1802,	octobre	10,0	− 0,9
Stark,	1819,	octobre	9,0	+ 0,9
De Cuppis,	1839,	octobre	2,0	− 0,6
Lummis,	1862,	mars	19,87	+ 0,9
Watson,	1878,	juillet	29,441	− 0,3

» Faisons remarquer encore que pour cette seconde orbite, contrairement à ce qui arrive pour la précédente, l'inclinaison, étant considérable,

rend très-douteuse la possibilité d'un passage pour toutes les époques où ils ont été observés.

» Il pourra paraître contradictoire de combiner successivement, comme nous l'avons fait, les mêmes observations avec d'autres relatives à des astres nécessairement différents. On comprendra pourtant facilement qu'au point où en est encore la question, on ne peut guère espérer de la résoudre qu'au moyen d'hypothèses dont les conséquences devront être vérifiées par des observations ultérieures.

» Les observations des planètes intra-mercurielles seront toujours très-difficiles et peut-être possibles seulement pendant les éclipses ou au moment des passages sur le disque solaire. Elles seront, par conséquent, extrêmement rares, et, vu la rapidité du mouvement, ces astres auront accompli un grand nombre de révolutions, cent peut-être, entre deux observations consécutives. Il sera donc toujours difficile de relier ces observations, et l'on n'y arrivera probablement que par des procédés analogues à ceux dont Le Verrier a donné un exemple, et dont nous nous sommes fait un devoir de poursuivre l'application. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur l'attraction moléculaire, dans ses rapports avec la température des corps.* Note de M. M. Lévy.

« La démonstration que nous avons donnée, dans notre dernière Communication, d'une loi générale sur la dilatation des corps, repose sur les deux propositions fondamentales de la Thermodynamique, et sur cette autre proposition : que les actions mutuelles des molécules d'un corps sont indépendantes de leurs températures.

» Cette dernière proposition, nous l'avions admise à titre d'hypothèse; nous voulons établir aujourd'hui qu'elle découle de la première proposition de la Thermodynamique, en sorte que notre loi elle-même se trouvera édifiée *uniquement* sur les deux propositions qui servent de fondement à cette science.

» Pour justifier cette assertion, concevons un corps quelconque en mouvement sous l'influence : 1° de forces extérieures F; 2° d'actions mutuelles f, sur la nature desquelles *nous ne ferons aucune hypothèse;* 3° d'une certaine quantité de chaleur reçue du dehors.

» Soit $d'Q$ la quantité positive ou négative de chaleur reçue pendant un intervalle de temps infiniment petit dt (nous emploierons la caractéristique

d' pour les quantités infiniment petites qui ne sont pas des différentielles exactes ou qu'on ne sait pas à l'avance en être); une portion $d'q$ de cette chaleur est employée à accroître les températures des divers points du corps; le surplus, soit $d'Q - d'q$, se transforme en travail et donne lieu à un travail $E(d'Q - d'q)$, E étant l'équivalent mécanique de la chaleur.

» Supposons que le corps décrive un cycle complet quelconque, ce qui ne veut pas dire seulement que tous ses points décrivent des courbes fermées et reprennent leurs vitesses à la fin de l'orbite, *mais aussi qu'ils reprennent leurs températures;* si nous appliquons le théorème des forces vives à ce cycle, il viendra

$$0 = \int \Sigma \varpi_e F + \int \Sigma \varpi_e f + E \int d'Q - E \int d'q,$$

ϖ_e désignant un travail élémentaire.

» Mais, en vertu de la première proposition de la Thermodynamique, $\int \Sigma \varpi_e F + E \int d'Q = 0$, d'où

$$(a) \qquad \int (\Sigma \varpi_e f - E d'q) = 0,$$

ce qui équivaut à dire que la quantité sous le signe $\int$ est la différentielle totale d'une certaine fonction *de toutes les variables* qui, à la fin du cycle, reprennent leurs valeurs, c'est-à-dire non-seulement des coordonnées x_i, y_i, z_i des divers points du système matériel considéré, et que nous supposons au nombre de n (en sorte que $i = 1, 2, 3, \ldots, n$), mais aussi des températures T_i de ces points. Ainsi

$$(b) \qquad \Sigma \varpi_e f - E d'q = - E dU,$$

U étant une fonction des $4n$ variables x_i, y_i, z_i, T_i. Cette fonction n'est autre que celle qu'on appelle la *chaleur interne.*

» L'équation (a) ou son équivalente (b) est la seule qu'on puisse tirer directement de la première proposition de la Théorie mécanique de la chaleur, si l'on n'admet aucune idée préconçue sur la nature du calorique; et nous ne comprenons pas les raisonnements à l'aide desquels on a essayé d'en déduire que $\Sigma \varpi_e f$ est une différentielle. On a bien pu prouver que, pour certains cycles *particuliers,* pendant lesquels la température ou la quantité de chaleur reçue reste invariable, on a $\int \Sigma \varpi_e f = 0$; mais de là il n'est pas permis de conclure que $\Sigma \varpi_e f$ soit une différentielle.

» Maintenant, je dis que, *quelque idée qu'on se fasse de la nature de la chaleur,* la quantité de chaleur $d'q$ employée à élever les températures des

divers points du corps, *sans déplacement de ces points*, est nécessairement la différentielle exacte d'une fonction des n variables T_i.

» En effet, la quantité de chaleur nécessaire pour élever de dT_i la température d'une molécule de masse m_i est nécessairement une expression de la forme : $m_i\gamma_i dT_i$, γ_i ne pouvant dépendre que de la température T_i de cette molécule et des constantes spécifiques relatives à la matière qui la compose.

» Donc la quantité totale de chaleur restée à l'état sensible est

$$d'q = \sum_i m_i\gamma_i dT_i = d\sum m_i \int \gamma_i dT_i;$$

$d'q$ étant ainsi une différentielle, il en est de même, en vertu de (a), de $\Sigma T_e f$; et, comme cette somme est une expression de la forme

$$\sum_i (X_i dx_i + Y_i dy_i + Z_i dz_i)$$

ne contenant aucun terme en dT_i, elle ne peut être que la différentielle d'une fonction ne contenant pas les variables T_i, ne contenant, par conséquent, que les coordonnées x_i, y_i, z_i.

» Ainsi il résulte de là : 1° que les attractions moléculaires admettent une fonction des forces ; 2° que cette fonction reste la même quelles que soient les températures des divers points du corps ; 3° que, par suite, l'action mutuelle de deux molécules d'un corps est bien indépendante de la température, ce qui justifie complétement la loi établie dans notre dernière Communication, et la range au nombre des conséquences nécessaires des deux propositions de la Thermodynamique.

» Cette loi, qui consiste en ce que la pression d'un corps échauffé sous volume constant varie linéairement avec la température, prouve que la définition expérimentale de la température adoptée par Dulong et plus tard par Regnault, à savoir la pression d'une masse gazeuse à volume constant, s'étendrait facilement au cas où, au lieu d'une masse gazeuse, on considérerait tout autre corps.

» Enfin, sans vouloir ici tirer de cette loi toutes les conséquences qu'elle comporte, nous ferons pourtant la remarque suivante :

» Dans une précédente Communication, nous avons cherché quelles sont les données *strictement* nécessaires à emprunter à l'expérience pour pouvoir étudier un corps au point de vue thermodynamique (et l'intérêt de cette question apparaîtra surtout si l'on observe que, dans les

meilleurs traités, on emprunte à l'observation des données surabondantes, même pour faire la théorie la plus simple de toutes, celle des gaz) ; nous sommes arrivé alors à un résultat que, pour abréger, nous pouvons énoncer ainsi : il suffit de connaître toutes les lignes isothermes du corps et une seule de ses lignes adiabatiques.

» La loi qui fait l'objet du présent travail conduit au résultat suivant, bien plus satisfaisant et très-inattendu : *Pour connaître toutes les lignes isothermes et toutes les lignes adiabatiques d'un corps,* et pouvoir, par suite, l'étudier complétement, *il faut et il suffit de connaître* deux *de ses lignes isothermes et* une seule *de ses lignes adiabatiques.*

» Sous forme physique, on peut dire qu'il suffit d'observer : 1° la dilatation du corps sous *deux* pressions différentes, ou plus généralement pour *deux* séries d'états répondant à deux courbes arbitrairement tracées dans le plan des (pv), ce qui équivaut à dire que les ∞^2 observations dont nous parlions au début de notre précédente Communication sont remplacées seulement par deux infinités simples d'observations ; 2° l'une des chaleurs spécifiques, pour *une seule* pression particulière, ou plus généralement pour *une seule* série d'états du corps répondant à une courbe arbitrairement tracée dans le plan.

» Si l'on admet, avec MM. Clausius et Hirn, que la capacité calorifique de chaque corps est une constante, cette seconde série d'observations se réduit à une observation unique. »

HYDRAULIQUE. — *Des pertes de charge qui se produisent dans l'écoulement d'un liquide, quand la section vive du fluide éprouve un accroissement brusque.* Note de M. J. **Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Quand une masse fluide s'écoule d'un mouvement permanent suivant une certaine direction, mais dans des conditions telles que sa section normale, après avoir été sensiblement constante, grandisse rapidement d'amont en aval et devienne de nouveau constante, il y a, comme on sait, une portion plus ou moins grande de son *énergie* ou *charge* qui se transforme en tourbillonnements et se trouve perdue pour l'écoulement ultérieur. M. Belanger a montré que de telles pertes de charge s'évaluent en appliquant le principe des quantités de mouvement, suivant la direction de l'écoulement, au liquide compris entre l'une, σ_0, des dernières sections fluides précédant l'épanouissement des filets, et l'une, σ_1, des premières

sections qui suivent le même épanouissement. La pression varie hydrostatiquement sur chacune de ces sections, car la deuxième, σ_1, est occupée tout entière par des filets sensiblement rectilignes et parallèles qui la traversent normalement avec des vitesses dont j'appellerai U_1 la moyenne; et la première, σ_0, se compose d'une partie (*section vive*) traversée de même, normalement, par des filets sensiblement rectilignes et parallèles, avec des vitesses dont U_0 désignera la moyenne, et d'une autre partie où le fluide est *mort*, c'est-à-dire relativement stagnant. D'ailleurs, dans les cas où la divergence des filets liquides est précédée et résulte d'un changement des dimensions transversales du lit solide qui les contiennent, on suppose ce changement assez brusque pour qu'il soit déjà effectué immédiatement à l'amont de la section σ_0, c'est-à-dire pour que la paroi soit cylindrique entre les deux sections σ_0, σ_1, ou, du moins, puisse être rendue telle sans modifier l'écoulement : ce qui exige qu'elle ne se trouve en contact qu'avec du fluide *mort* aux endroits où elle s'écarterait de la forme cylindrique. Dans ces conditions et en admettant pour simplifier que l'axe du lit soit horizontal, la somme des actions extérieures à considérer sera l'excès de la pression P_0, supportée, suivant l'axe du canal, par toute la section σ_0 et par la surface libre (quand il y en a une), sur la pression aussi totale P_1, qu'éprouve la section σ_1, et sur le frottement des parois (que rend sensible l'épanouissement même des filets). Quant à l'accroissement égal, par unité du temps, de la quantité de mouvement que possède la masse fluide, il est le produit de la densité ρ par la dépense $Q = U_1\sigma_1$ et par $U_1 - U_0$ si l'on attribue aux divers filets fluides les mêmes vitesses. On aurait donc $\rho Q(U_0 - U_1) = P_1 - P_0$, sans le frottement extérieur et sans l'inégalité de vitesse des filets. J'ai montré au § XIV, n° 53, de l'*Essai sur la théorie des eaux courantes* (*Savants étrangers,* t. XXIII), qu'on tient assez bien compte de tout en posant

$$(1) \qquad \rho U_1\sigma_1(\alpha'_1 U_0 - \alpha'_1 U_1) = P_1 - P_0,$$

où α'_0, α'_1 désignent les valeurs respectives que reçoit, sur les sections σ_0, σ_1, un coefficient α' (variable dans les divers cas de 1 à 1,15 environ), exprimant, dans toute section vive, l'excès de deux fois le cube moyen du rapport des vitesses des divers filets à la vitesse moyenne sur le carré moyen du même rapport. Pour évaluer $P_1 - P_0$, appelons respectivement p_1 et p_0 les pressions, par unité superficielle, aux points les plus hauts de σ_1 et σ_0, pressions qui se transmettent sur toute la section correspondante et sur la surface libre contiguë, quand il y en a une : elles donnent en tout, dans $P_1 - P_0$,

le produit $(p_1 - p_0)\sigma_1$. Il faut y joindre, en appelant h l'élévation du niveau entre σ_0 et σ_1, le terme $\rho g h \sigma_0$, différence des pressions hydrostatiques exercées sur la section σ_1 et sur la partie pareille de σ_1, plus la pression hydrostatique supportée par la partie supérieure, $\sigma_1 - \sigma_0$, de σ_1, savoir

$$\frac{\rho g h}{1+m}(\sigma_1 - \sigma_0),$$

$\frac{h}{1+m}$ désignant la distance verticale, au sommet de cette partie $\sigma_1 - \sigma_0$, de son centre de gravité, en sorte que m est un nombre positif d'autant plus grand que la *largeur à fleur d'eau* l, entre σ_0 et σ_1, croît relativement plus, et *qui vaudrait* 1, *soit pour* l *constant, soit pour* h *très-petit*. L'équation (1), résolue par rapport à h, deviendra ainsi

$$(2) \qquad h = \frac{(1+m)\sigma_1}{\sigma_1 + m\sigma_0}\left[\frac{p_0 - p_1}{\rho g} + \frac{U_1(\alpha'_0 U_0 - \alpha'_1 U_1)}{g}\right].$$

» Remplaçons $(1+m)\sigma_1$ par $(\sigma_1 + m\sigma_0) + m(\sigma_1 - \sigma_0)$, de manière à dédoubler le second membre et à pouvoir isoler $\frac{p_0 - p_1}{\rho g} - h$, qui, *joint à* $\frac{\alpha'_0 U_0^2 - \alpha'_1 U_1^2}{2g}$, donne la perte de charge. Cette perte vaudra, en y substituant à la grande parenthèse de (2) sa valeur tirée de (2),

$$(3) \qquad \text{Perte de charge} = \frac{\alpha'_0(U_0 - U_1)^2 + (\alpha'_1 - \alpha'_0)U_1^2}{2g} - \frac{mh(\sigma_1 - \sigma_0)}{(1+m)\sigma_1}.$$

» Sous cette forme, elle convient pour un liquide coulant le long d'un tuyau, dans le cas, laissé jusqu'ici de côté par les Traités d'hydraulique (mais sur lequel M. de Saint-Venant vient d'appeler mon attention), où le tuyau n'est plein qu'après l'épanouissement des filets fluides. Elle montre aussi, en y faisant, pour simplifier, $\alpha'_0 = 1$, $\alpha'_1 = 1$, et observant que $\sigma_1 - \sigma_0$, h sont de même signe, que la formule de Borda donne des pertes de charge trop fortes, si ce n'est quand l'accroissement de la section fluide totale, entre σ_0 et σ_1, est insignifiant par rapport à celui de la section vive.

» Si l'on n'avait pas remplacé la grande parenthèse de (2) par sa valeur, mais qu'on eût posé $\alpha'_0 = \alpha'_1 = \alpha'$, quelques réductions auraient donné

$$(4) \quad \left\{ \begin{aligned} \text{Perte de charge} = {} & \frac{\alpha' m (U_0 - U_1)(U_0\sigma_0 - U_1\sigma_1)}{g(\sigma_1 + m\sigma_0)} \\ & + \frac{\alpha'(U_0 - U_1)^2}{2g}\,\frac{\sigma_1 - m\sigma_0}{\sigma_1 + m\sigma_0} + \frac{m(\sigma_1 - \sigma_0)}{\sigma_1 + m\sigma_0}\,\frac{p_1 - p_0}{\rho g}. \end{aligned} \right.$$

» Le second membre se réduit : 1° pour un tuyau plein de liquide (où $\sigma_0 = \sigma_1$), au produit de α', par ce que donne la formule de Borda ; 2° pour

un ressaut (où $p_0 = p_1$ et $U_0\sigma_0 = U_1\sigma_1$), à ce même produit, multiplié par $\frac{\sigma_1 - m\sigma_0}{\sigma_1 + m\sigma_0} = \frac{U_0 - mU_1}{U_0 + mU_1}$; 3° quand on a seulement $p_1 = p_0$, ou qu'une surface libre relie les deux sections σ_0, σ_1 aux deux premiers termes; et 4°, enfin, aux deux derniers quand $U_0\sigma_0 = U_1\sigma_1$, comme lorsqu'il s'agit d'un tuyau où le liquide entre librement par la section σ_0 en ne le remplissant qu'aux approches de la section σ_1. Les termes ainsi obtenus, dans le premier cas, se réduisent à un carré, et, dans les trois autres cas, sont également tous positifs (du moins pour $m \leqq 1$, c'est-à-dire quand h est très-petit ou encore quand la largeur à fleur d'eau ne croît pas à mesure que le niveau monte) : cela résulte des hypothèses $U_0 > U_1$, $U_0\sigma_0 \geqq U_1\sigma_1$ et de la formule (2) (donnant $h > 0$, $\sigma_1 > \sigma_0$ dans un canal découvert) ou, s'il s'agit d'un tuyau, de ce fait que p_1 y dépasse p_0, vu que l'excès de vitesse s'y change partiellement en pression sur la section σ_1.

» Nous bornant au cas $p_1 = p_0$, mettons, dans (4), $U_0 - U_1$ en facteur commun, puis remplaçons ce facteur et, finalement, U_0 par leurs valeurs tirées de (2) et de la relation $\mu\sigma_0 U_0 = \sigma_1 U_1$, où μ désigne le rapport sur la section σ_0, de la partie vive à l'aire totale. Il viendra

$$(5)\qquad \text{Perte de charge} = \frac{h}{2(1+m)}\left[\left(\frac{\sigma_1}{\mu\sigma_0} - 1\right)\left(1 - \frac{m\sigma_0}{\sigma_1}\right) + 2m\left(\frac{1}{\mu} - 1\right)\right].$$

» Pour un simple ressaut, $\mu = 1$; et cette expression, si les sections σ_0, σ_1 sont des rectangles ayant les hauteurs h_0, h_1, prend la forme connue $\frac{h^3}{4h_0h_1}$. »

PHYSIQUE. — *Des minima produits, dans un spectre calorifique, par l'appareil réfringent et la lampe qui servent à la formation de ce spectre.* Note de MM. **Aymonnet** et **Maquenne**, présentée par M. Yvon Villarceau. (Extrait par les auteurs.)

« L'un de nous, quelque temps avant de publier la méthode d'analyse spectrale insérée dans les *Comptes rendus*, t. LXXXIII, p. 1102, s'en était servi pour étudier les spectres calorifiques, fournis par une lampe Bourbouze portée à diverses températures, et un appareil réfringent de flint composé de deux lentilles et d'un prisme.

» Voici quelles ont été les limites des minima obtenus lorsque, la lampe étant portée au blanc, la fente calorifique d'admission ayant $0^{mm},5$, la pile

thermo-électrique linéaire de $0^m,001$ d'ouverture était située à 173 millimètres du prisme et se déplaçait de $0^{mm},2$ en $0^{mm},2$, par suite de $0°4'$ en $0°4'$:

−0°4′ à 0°0′	1°12′ à 1°20′	2°20′ à 2°24′	3°44′ à 3°48′
0 16 — 0 20	1 32 — 1 36	2 40 — 2 44	3 56 — 4 0
0 32 — 0 36	1 40 — 1 44	3 12 — 3 16	
0 52 — 1 0	2 0 — 2 04	3 36 — 3 40	

Le point zéro correspond à la limite du rouge et de l'obscur.

» Cette année, à l'École d'Agriculture de Grignon, avant d'observer le spectre d'un corps absorbant quelconque, nous avons dû reprendre l'étude précédente; car notre appareil réfringent n'a pas la même composition que celui dont nous venons de parler. Il est ainsi disposé : quelque peu en avant du foyer d'un système formé de deux lentilles successives de crown et éclairé par la lampe Bourbouze portée au blanc, se trouve placée la fente d'admission large de $0^{mm},5$ (¹) ; la chaleur rayonnante, après avoir traversé cette fente, est reçue d'abord sur une lentille de flint, puis sur un prisme de même substance, enfin sur la pile linéaire ayant une largeur et une ouverture de $1^{mm},6$. Devant la fente d'admission est située l'auge de verre, qui, pour des études ultérieures, doit renfermer diverses dissolutions. L'intervalle des deux parois planes de cette auge est de 5 millimètres.

» Afin de vérifier si les minima que nous obtenions n'étaient pas dus à quelques défauts de construction dans la vis micrométrique servant au déplacement de la pile, nous avons, dans nos expériences, changé plusieurs fois et les distances des lentilles entre elles et celle du prisme à la pile. Malgré ces variations, nous avons constamment obtenu les mêmes résultats.

» Le courant d'air alimentant notre lampe est fourni par un injecteur à vapeur, muni d'un manomètre régulateur Schlœsing ; pour régulariser encore la tension déjà presque invariable de cet air, et pour le dépouiller de la plus grande partie des gouttelettes d'eau qu'il entraîne, on l'amène par un orifice étroit, à la sortie de l'instrument (²), dans un réservoir d'une capacité d'environ 12 litres. Après s'être échappé de ce récipient, par une petite ouverture, il est conduit à la lampe ; pour retenir le reste de l'eau entraînée, on a disposé, sur ce dernier trajet, une série de flacons, munis

(¹) Si la fente était placée au foyer, on n'aurait pas son image dans chaque portion du spectre, mais celle de la lampe.

(²) Cet instrument a été construit par M. Wiesnegg.

chacun d'un large tube de verre à trois voies : l'air peut ainsi passer à la partie supérieure des flacons et l'eau être retenue par eux.

» Pour avoir le gaz sous pression constante, sans régulateur autre que la cloche à gaz de l'École, et ne pas être gênés par les variations diurnes de la température, nous avons constamment fait nos observations entre 10 heures du soir et 4 heures du matin. Notre lampe Bourbouze avait, dans ces conditions, une constance remarquable.

» Pour mesurer l'ouverture de notre pile, nous déplaçons cette dernière à l'aide de la vis micrométrique qui la porte, de façon à amener successivement ses deux bords en coïncidence avec l'un des fils du réticule d'une lunette fixe.

» Afin de déterminer exactement la limite du rouge et de l'obscur, nous plaçons, sur la moitié de la pile, une feuille de papier portant un trait fin; en nous servant de la lunette, nous faisons coïncider ce trait avec le bord de la pile que doit quitter en premier lieu la limite cherchée; et, le spectre étant obtenu, nous déplaçons la pile jusqu'à ce que la limite du rouge, vue à travers la lunette, coïncide avec le trait précédent.

» Avec des déplacements de pile variant entre 0° 6′ et 0° 7′, nous avons eu des minima, dans les intervalles suivants:

−0° 15′ à −0° 2′	0° 46′ à 0° 53′	1° 41′ à 1° 48′	2° 22′ à 2° 29′
0 19 — 0 26	1 14 — 1 20	2 8 — 2 15	

» Tous ces minima, sauf le premier et celui qui est situé entre 2° 8′ et 2° 15′, se trouvent dans le premier spectre observé, lequel était beaucoup plus étendu que ce dernier, parce que l'appareil réfringent qui l'a fourni ne renfermait ni lentille de crown, ni auge de verre.

» Les bandes fournies par les appareils réfringents sont, comme on le voit, assez nombreuses; elles doivent masquer d'autant plus les minima propres aux divers corps diathermanes en expérimentation, que ces derniers sont pris sous une épaisseur plus faible, et que la quantité de verre traversée par la chaleur est plus considérable (¹).

» Ayant introduit du chloroforme dans l'auge de verre, nous avons eu des minima entre les limites suivantes :

−0° 15′ à −0° 2′	0° 46′ à 0° 53′	1° 41′ à 1° 48′	2° 35′ à 2° 42′
+0 19 — 0 26	1 14 — 1 20	2 8 — 2 15	

(¹) Ces minima, que nous croyons pouvoir attribuer plus spécialement à l'appareil réfringent, peuvent cependant être dus à la nature de la lampe et à celle de la pile.

» Sauf le dernier, ces minima correspondent à ceux du spectre précédent. Lorsqu'on construit les courbes des deux derniers spectres et qu'on les compare, on reconnaît que le chloroforme a un pouvoir absorbant considérable, entre les limites 1°34′ à 1°48′ et 2°1′ à 2°15′. »

PHYSIQUE. — *Sur le pouvoir rotatoire du quartz et sa variation avec la température.* Note de M. J. JOUBERT. (Extrait.)

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les premiers résultats d'un travail que j'ai entrepris sur les *propriétés optiques des corps transparents aux hautes températures.* Ces résultats sont relatifs au pouvoir rotatoire du quartz.

» Ce pouvoir varie avec la température, et plusieurs physiciens en ont mesuré la variation entre zéro et 100 degrés : M. Fizeau, avec la lumière jaune de la soude; M. V. de Lang, avec celle du lithium, du sodium et du thallium, pour lesquels il a trouvé le même coefficient de variation; enfin, tout récemment, M. Sohncke a donné la courbe des variations entre zéro et 100 degrés pour le quartz et le chlorate de soude. Mes expériences s'étendent beaucoup plus loin, et vont de — 20 à 1500 degrés environ.

» Je me suis servi de plusieurs procédés pour la mesure des rotations : d'abord, et surtout quand il s'agissait de comparer les rotations relatives aux diverses couleurs, du procédé classique de MM. Fizeau et Foucault; mais, le plus souvent, d'un procédé plus simple et plus précis, consistant à employer la lumière de la soude et le polarimètre de Laurent.

» Toutes les mesures ont été faites à température constante. Pour les températures inférieures à celle de l'atmosphère, j'ai employé la glace fondante et le mélange de glace et de sel marin. Pour les températures supérieures, j'ai placé le quartz dans la vapeur d'un liquide bouillant, sous la pression de l'atmosphère; je n'ai eu qu'à prendre le dispositif employé par MM. Deville et Troost, dispositif qu'ils ont décrit dans leur Mémoire sur la mesure des densités de vapeur. J'ai employé l'alcool (78°,26), l'eau (100 degrés), l'aniline (183°,5), le mercure (350 degrés), le soufre (448 degrés), le cadmium (840 degrés). Pour les températures supérieures à cette dernière, j'ai eu recours à l'obligeance de M. H. Deville, qui a bien voulu mettre à ma disposition un fourneau chauffé aux huiles lourdes de pétrole; j'ai pu ainsi porter le quartz jusqu'à la température du ramollissement de la porcelaine.

» Les expériences ont porté sur dix échantillons de quartz, de provenances différentes, les uns droits, les autres gauches, et dont l'épaisseur variait de 15 à 40 millimètres. On s'était assuré, par les procédés connus, de la pureté des échantillons, du parallélisme des faces et de leur exacte perpendicularité à l'axe. La plus grande difficulté des expériences est dans le réglage des appareils : il faut que le rayon de lumière traverse le quartz exactement, suivant son axe; la moindre déviation entraîne des erreurs considérables. J'ai essayé plusieurs procédés de vérification : l'un d'eux, très-exact, était, avec une légère modification nécessitée par la disposition des appareils, le procédé imaginé par M. H. Soleil pour reconnaître si un quartz est perpendiculaire à l'axe; celui auquel je me suis arrêté et qui, plus simple, est tout aussi exact, quand on s'est assuré, au préalable, que la face du cristal est bien perpendiculaire à l'axe, c'est de vérifier que le rayon tombe normalement à la face d'entrée; il suffit, pour cela, la lunette d'observation étant réglée pour l'infini, d'amener l'image du réticule donnée par la face du cristal à coïncider avec le réticule lui-même.

» J'ai reconnu, par de nombreuses expériences, que tous les échantillons de quartz présentent une identité parfaite au point de vue du pouvoir rotatoire à toute température, et qu'un même échantillon, porté aux plus hautes températures, reprend après son refroidissement son pouvoir primitif. J'ajouterai qu'à ces hautes températures le quartz garde une transparence parfaite, tout en présentant un très-faible pouvoir émissif : vu sur un fond noir, il apparaît comme lavé par une teinte rose extrêmement légère.

» De — 20 à 1500 degrés, le pouvoir rotatoire du quartz augmente, d'une manière continue, avec la température. L'effet observé est la résultante de deux autres : l'augmentation due à l'accroissement de l'épaisseur du cristal, par le fait de la dilatation, et l'augmentation due à l'accroissement du pouvoir rotatoire lui-même. Ce dernier effet est environ vingt fois plus grand que le premier, tout au moins entre zéro et 100 degrés, les seules limites dans lesquelles on connaisse la dilatation du quartz. Il serait intéressant de mesurer cette dilatation jusqu'aux plus hautes températures; je ne crois pas la chose impossible et je me propose de la tenter.

» Il me paraît difficile de représenter par une formule unique la courbe des variations du pouvoir rotatoire du quartz avec la température. Le coefficient angulaire de cette courbe croît d'abord assez rapidement jusqu'à 300 degrés. De cette température à celle de l'ébullition du cadmium (840), il reste sensiblement constant et la courbe se confond presque avec une

ligne droite, en présentant un point d'inflexion vers 500 degrés. Au delà de 840 degrés, la courbe change brusquement d'allure; le pouvoir rotatoire, qui variait si rapidement, ne croît plus jusqu'à 1500 degrés qu'avec une lenteur extrême, soit qu'il tende vers une limite, soit que, le pouvoir restant constant, la rotation n'augmente plus que par l'effet de la dilatation. Voici d'ailleurs quelques nombres tels qu'ils résultent des expériences :

Températures.	Pouvoir rotatoire de 1^{mm} de quartz.	Coefficient moyen à partir de zéro.	Rotation d'un quartz de $46^{mm},172$.
°			°
— 20	21,599	»	997,3
0	21,658	»	1000,0
100	21,982	0,000149	1014,9
350	23,040	0,000182	1063,8
448	23,464	0,000186	1083,4
840	25,259	0,000190	1166,2
...	......	....	......
1500?	25,420	»	1173,7

» La dernière colonne montre que, pour l'épaisseur de quartz qui donnerait une rotation de 1000 degrés à zéro, l'augmentation, de 300 degrés C. jusqu'à 900 degrés, est d'environ 20°, 5 par 100 degrés C., soit 12 minutes par degré C.; comme on saisit une variation de 1 minute, le $\frac{1}{10}$ de degré C. à ces températures élevées devient une quantité appréciable. Avec un quartz de 11 millimètres seulement, on aurait encore 3 minutes par degré.

» Le quartz, par son pouvoir rotatoire, constitue donc un thermomètre d'une sensibilité extrême, satisfaisant d'ailleurs à la condition essentielle de tout thermomètre, la comparabilité. Si l'on ajoute que, une fois l'appareil installé, il suffit, pour avoir une température, de la simple lecture d'un angle et de l'emploi d'une table calculée une fois pour toutes, ne sera-t-il pas permis d'espérer que la Science et même l'industrie pourront trouver, dans le nouveau thermomètre, un instrument comparable, pour la simplicité de son emploi et la sûreté de ses indications, au thermomètre à mercure [1]? »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Roue phonique pour la régularisation du synchronisme des mouvements*. Note de M. **P. Lacour**, présentée par M. Th. du Moncel.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie le principe d'un instru-

---

[1] Ces expériences ont été faites dans le laboratoire de M. Mascart, au Collége de France.

ment auquel j'ai donné le nom de *roue phonique* et qui peut recevoir diverses applications.

» Une roue dentée en fer doux tourne autour de son axe, de manière que ses dents passent très-près du pôle d'un électro-aimant, sans le toucher. Un courant électrique, dont les intermittences sont réglées par les vibrations d'un diapason toujours vibrant, traverse les spires de l'électro-aimant dont le pôle exerce des attractions périodiques sur la dent la plus rapprochée. La roue, tournant avec une vitesse telle, qu'elle parcoure, pour chaque période du courant, un chemin égal à la distance qui existe entre deux dents, conserve un mouvement uniforme, tout en étant à même de vaincre des forces extérieures, accélératrices ou retardatrices.

» Pour faciliter la mise en marche et pour bien assurer la stabilité du mouvement, j'ai appliqué à la roue une capsule annulaire en bois, renfermant du mercure, qui, à raison de son mouvement indépendant d'une part, et agissant par le frottement d'autre part, s'oppose à des variations brusques de la vitesse.

» L'expérience a montré que la roue phonique peut recevoir différentes applications :

» 1° On peut évidemment l'utiliser comme chronographe.

» 2° Elle peut servir à déterminer le nombre des vibrations d'un son : pour cela, on applique sur l'axe une vis sans fin qui fait fonctionner un compteur; on peut alors observer le nombre des dents parcourues, nombre qui sera égal à celui des vibrations.

» Deux ou plusieurs roues phoniques, dont les électro-aimants sont traversés par un seul courant intermittent, ont une marche absolument synchrone. Si un courant intermittent, formé par des contacts successifs produits par une roue phonique ou par un autre appareil, parcourt alors l'électro-aimant d'une seconde roue phonique, celle-ci aura un mouvement synchrone avec le premier appareil, lors même que celui-ci aurait une vitesse quelque peu variable. Cette disposition paraît pouvoir être utilisée dans la télégraphie. »

CHIMIE. — *De la présence des alcools isopropylique, butylique normal et amylique secondaire, dans les huiles et alcools de pomme de terre.* Note de M. **Rabuteau**, présentée par M. P. Gervais.

« En distillant des huiles et des phlegmes de pomme de terre, de provenance suédoise, j'avais remarqué certains points fixes qui ne correspondaient

pas aux points d'ébullition des alcools propylique, butylique et amylique ordinaires. J'effectuai alors de nouvelles distillations fractionnées, en déshydratant préalablement les huiles et les phlegmes au moyen du carbonate de potassium, et rectifiant ensuite sur ce même sel ou bien sur la chaux ou sur la litharge.

» Le tableau suivant indique la nature, les points d'ébullition et les quantités moyennes des produits trouvés dans 1 litre d'huile de pomme de terre :

	Points d'ébullition.	Quantités pour 1000 centimèt. cubes.
	o	cc
Alcool isopropylique	85	150
Alcool propylique	97	30
Alcool butylique ordinaire	109	50
Alcool butylique normal	106,9	65
Alcool amylique secondaire (méthylpropylcarbinol)	120	60
Alcool amylique ordinaire	128° à 132°	275
Produits bouillant au delà de 132 degrés et retenant de l'alcool amylique	»	170
Eau	»	125
		925

» Le reste (75 centimètres cubes) était représenté par un mélange d'aldéhyde, d'acétate d'éthyle et d'alcool éthylique.

» L'alcool isopropylique a été caractérisé par son analyse élémentaire, par son éther acétique bouillant vers 76 degrés et par la propriété qu'il possédait de donner de l'acétone sous l'influence des oxydants. L'alcool butylique normal a été caractérisé de la même manière. Son éther acétique entrait en ébullition à 125 degrés. L'alcool amylique nouveau a donné un éther acétique bouillant à 130 degrés. C'était, par conséquent, le premier alcool amylique secondaire.

» J'ajouterai que les huiles et les phlegmes paraissent contenir de l'alcool butylique tertiaire (triméthylcarbinol), car j'ai observé parfois, dans le col des cornues, des cristaux en aiguilles qui entraient en fusion vers 25 degrés. Des cristaux semblables ont été vus également par M. Hermansson, chimiste suédois, qui m'a aidé dans mes distillations. L'existence de l'acétate d'isopropyle dans les huiles et phlegmes de pomme de terre me paraît, dès aujourd'hui, presque certaine.

» Ces données peuvent présenter de l'intérêt au point de vue de l'hygiène et de l'alcoolisme. Je me propose de communiquer prochainement à l'Aca-

démie les résultats de mes recherches sur les effets toxiques des impuretés précitées, qui se trouvent dans les alcools industriels insuffisamment rectifiés et livrés néanmoins à la consommation. »

M. **Dherbes** adresse une Note relative à un moyen d'éviter les accidents dus au daltonisme, dans la perception des signaux colorés.

L'auteur, qui est lui-même daltonien, ne distingue sans hésitation que les couleurs suivantes, quand elles sont bien accentuées : *bleu-ciel, jaune vif, rouge ponceau.* Il propose d'adopter ces couleurs, pour les signaux lumineux, ou encore de les remplacer par des signaux de couleur uniforme, mais de formes diverses, telles que des formes carrées, triangulaires, circulaires, etc.

M. **P.-E. Thase** annonce qu'il a pu prévoir, d'après une loi harmonique dont il est l'auteur, l'existence d'une planète intra-mercurielle coïncidant avec l'une de celles qui ont été récemment signalées.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 septembre 1878.

Études sur les variations d'énergie potentielle des surfaces liquides; par G. Van der Mensbrugghe; Ier Mémoire. Bruxelles, F. Hayez, 1878 ; in-4°.

Le Sucre; par M. Dubrunfaut ; T. II. Paris, Gauthier-Villars, 1878 ; in-8°.

Mario Vivarez. *La Zériba du Ben-Oued-Keubbi. Projet de fondation d'une factorerie française en Afrique centrale.* Paris, E. Plon, 1878; grand in-8°. (Trois exemplaires.)

La Balæna (Macleayius) australiensis *du Musée de Paris, comparée à la* Balæna biscayensis *de l'Université de Naples; par* M. Fr. Gasco. Paris, Gauthier-Villars, 1878; opuscule in-4°.

Transactions of the Zoological Society of London ; vol. X, Part VI. London, 1878; in-4°.

Proceedings of the scientific meetings of the Zoological Society of London for the year 1878; Part. I, January and February. London, 1878; in-8°.

The Athenæum; December 1877, January, February, March, April, May 1878. London, 1877-1878; 6 livr. in-4°.

The Quarterly review; N°s 289-290, January-April 1878. London, 1878; 2 vol. in-8°.

Minutes of proceedings of the institution of civil engineers with other selected and abstracted papers; vol. LI, session 1877-78, Part I. London, 1878; in-8°.

Intorno alle funzioni interpolari. Nota di A. GENOCCHI. Stamperia reale di Torino, 1878; br. in-8°.

Vorlesungen über lineare Differential-Gleichungen; von prof. SIMON SPITZER. Wien, Carl Gerold's Sohn, 1878; in-8°.

